
T S
670
M37
UC-NRLF
$B 31 798
18184



TRAITÉ PRATIQUE

DE

DORURE ET ARGENTURE GALVANIQUES

APPLIQUÉES A L'HORLOGERIE.

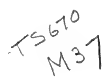
PAR

A.-OLIVIER MATHEY,
Essayeur juré au bureau de garantie de Locle (Suisse).

EXTRAIT DU TECHNOLOGISTE. — T. XVI. 1854-1855.

PARIS.
A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, N° 12.

1855



PARIS. — IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Cie,
Rue Racine, 26, près de l'Odéon.

TRAITÉ PRATIQUE

DE

DORURE ET ARGENTURE GALVANIQUES

APPLIQUÉES A L'HORLOGERIE.

Partie historique.

On a tant écrit sur la dorure galvanique, qu'on est tenté de croire que tout a été dit sur ce sujet. Cependant si l'on compare toutes ces modifications, et ces soi-disant procédés nouveaux, on voit qu'ils diffèrent très-peu entre eux, et que cette légère différence n'a souvent aucune influence sur les résultats.

Il n'existe donc réellement que deux procédés de dorure par voie humide utilisés dans les arts, la dorure au trempé et la durure galvanique, et encore la première n'est-elle autre chose que la dorure galvanique modifiée, puisque pour l'obtenir il faut le contact de deux métaux, soit de l'objet à dorer tenu par un fil d'un autre métal, soit de l'objet en communication avec le vase en fer contenant le bain d'or, et que les bains au cyanure de potassium peuvent également servir pour la dorure galvanique et la dorure au trempé comme on le verra plus tard.

Jusqu'ici cette matière a toujours été traitée par de savants théoriciens, par de profonds chimistes qui expliquent l'action moléculaire, la combinaison des corps simples, les décompositions et les compositions par les équivalents d'autres éléments, etc. ; tout cela est très-bien pour la science, mais pour l'ouvrier qui désire utiliser ces découvertes nouvelles, il faut des formules, des descriptions exactes d'opérations, parce qu'il n'a pas des connaissances en chimie assez étendues, et même fût-il chimiste, qu'en opérant exactement d'après une des descriptions susmentionnées, il n'obtiendrait pas les résultats qu'il cherche, qu'il n'arriverait pas toujours à faire une dorure irréprochable pour le commerce, car ce qui peut paraître bien pour le chimiste peut ne pas l'être pour le consommateur, et comme c'est pour ce dernier que l'artiste travaille, il doit nécessairement fabriquer des objets en rapport avec ses goûts. C'est ce dernier point que je me propose de traiter.

Placé au centre de la fabrique d'horlogerie neuchateloise, et à même par ma position de connaître toutes les opérations qui s'y pratiquent, je voyais avec peine chaque année une quantité assez considérable de personnes empoisonnées par le mercure qui se volatilisait en dorant les mouvements des montres, empoisonnement terrible en ce qu'il mettait la personne atteinte dans l'impossibilité de travailler par suite d'un tremblement dans les membres, et que ses enfants étaient souvent idiots, malades ou empoisonnés même en naissant. Aussi dès que M. Delarive eut publié son procédé de dorure galvanique, je m'empressai de répéter ses expériences et de faire des essais.

Mais ce procédé était encore trop imparfait pour recevoir une application à l'horlogerie, tant par le genre de dissolution alors en usage que par le système d'appareils recommandés. En effet, en se servant d'un diaphragme poreux, soit en toile, soit en vessie ou en terre qui sépare le liquide excitant de la dissolution d'or, un ne réussit à dorer que pendant quelque temps, parce que les liquides filtrant à travers le diaphragme et se mélangeant (je ne parle pas d'endosmose, je supprime autant que possible les noms scientifiques, parce que j'ai vu trop souvent que c'est ce qui décourage les ouvriers,

parce qu'ils ne les comprennent pas, et que le but de cet article est purement pratique), on a donc une perte d'or et une dissolution qui noircit au lieu de dorer.

Lorsque l'expérience m'eut démontré que l'appareil simple ne pourrait jamais être utilisé avec avantage pour la dorure par un praticien, quoiqu'il ait été préconisé par M. le docteur C. Elsner, de Berlin, alors j'essayai les piles de Daniell, de Grove, de Bunsen qui réussirent mieux, quoiqu'on pût leur reprocher à toutes des défauts.

Celle de Daniell est trop volumineuse comparativement à sa force; celle de Grove présente des inconvénients plus graves par les vapeurs d'acide nitrique qu'elle répand, et qui oxident les objets métalliques de l'atelier. D'ailleurs le pôle positif de chaque couple étant de platine, le prix en est assez élevé.

Celle de Bunsen coûte moins, mais elle a les mêmes imperfections que la précédente, plus le dégagement d'acide nitreux qui est délétère. Il faut souvent décaper les parties métalliques aux points de jonction: ces piles, très-énergiques en commençant, perdent bien vite leur intensité. Celle de Bunsen est très-inconstante et ne peut servir que lorsqu'on a besoin d'une grande intensité pour produire la lumière et la chaleur pendant quelques heures, aussi dans la fabrique d'horlogerie neuchateloise, qui compte environ cent quarante ateliers de dorure galvanique, occupant six à sept cents ouvriers et ouvrières, je n'en connais pas un seul qui emploie la pile de Grove ou de Bunsen. On comprend que tous ces inconvénients étaient suffisants pour que les ouvriers rejetassent ces piles et s'en tinsent aux piles de Daniell, modifiées par moi, en réduisant considérablement le volume pour une force donnée: ces piles modifiées peuvent marcher très-longtemps sans changer les liquides; elles ne demandent aucun soin d'entretien, et sont aussi peu dispendieuses que si l'on prenait pour pile deux grandes plaques métalliques enterrées à 2 mètres de profondeur dans le sol.

Quant aux dissolutions, ce n'est que depuis que j'ai eu connaissance de celles de MM. Elkington et Ruolz, que j'ai recommencé une série d'expériences, que j'ai continuées depuis lors. J'ai essayé tout ce qui a été proposé de nouveau et qui est parvenu à ma connaissance: les sulfures, les sulfocyanures ne m'ont pas réussi, et le ferrocyanure de potassium donne une couleur orange qui n'est pas accueillie par l'horlogerie.

Pendant cinq ans on s'est servi de la liqueur préparée en dissolvant le chlorure d'or sec dans une solution de cyanure de potassium préparé d'après le procédé de M. Liebig. Cette dissolution présente deux inconvénients: 1° que les objets les plus près de l'anode prennent une teinte plus foncée, et viennent plus haut en couleur; 2° à mesure que le bain s'épuise, les pièces prennent une couleur de plus en plus rouge, et si on veut ramener à la couleur voulue en ajoutant très-peu de bain d'argent, on obtient un jaune terne qui ressemble, après être gratteboessé, plutôt à du bronze qu'à de l'or.

Aujourd'hui tous les doreurs emploient la dissolution d'ammoniure d'or dans le cyanure blanc de potassium (voir plus loin sa préparation). Cette dissolution est, sans contredit, la meilleure, et est appréciée par la belle couleur d'or pur qu'elle donne, par sa préparation facile et par toutes les teintes qu'elle procure lorsqu'on l'allie à l'argent ou au cuivre. Mais les objets que l'on dore fortement sortent encore ternes et couverts d'un voile gris, principalement lorsqu'on se sert d'une dissolution alliée au cuivre, ce qui n'est pas un obstacle, parce qu'on enlève facilement cette teinte désagréable à l'œil, en avivant, si les objets sont polis, comme boîtes de montres, orfèvrerie, etc., avec une peau souple recouverte de rouge anglais ou de tripoli lavé, ou avec un gratte-boesse en fil de laiton très-fin pour ne pas rayer.

Pour passer au mat les objets dorés, on indique généralement la mise en couleur ordinaire, c'est-à-dire un mélange des sels suivants:

	parties.
Nitrate de potasse (salpêtre). . . .	40
Sulfate d'alumine (alun).	25
Chlorure de sodium (sel de cuisine).	35

On peut aussi prendre les équivalents d'acide de ces sels, les bases ne jouant aucun rôle je crois, mais probablement que ceux qui indiquent cette recette, pour mettre en couleur la dorure, ne l'ont jamais essayée, car ils s'abstiendraient également de la recommander, puisqu'elle ne produit aucun effet sur la dorure galvanique; voici pourquoi.

Généralement dans la dorure galvanique, on applique l'or à 1000/1000, ou l'or fin, qui est inaltérable au feu, et par

conséquent comme il ne s'y oxide pas, il n'y a point d'oxide à dissoudre dans les acides de ces sels, puisque cette dorure est sans alliage. Ainsi la mise en couleur ou le passage au mat ne peut être utile que pour les dorures fortement alliées au cuivre ou pour l'or à 750/1000 et au-dessous, puisque lesdits sels ou acides n'ont d'autre action ici que de dissoudre les métaux attaquables par eux, et de mettre l'or fin à nu à la surface de l'objet. Du reste ce procédé ne peut servir pour les mouvements d'horlogerie, parce qu'on ne veut point de mat, mais bien un grainage brillant : en outre, la dorure galvanique faite lentement dans un bain riche présente le mat des pendules à la deuxième ou troisième immersion, si l'on a soin d'aviver chaque fois.

Dorure galvanique des mouvements d'horlogerie.

Les fabricants d'horlogerie remettent ordinairement au doreur les pièces à dorer bien adoucies, sans aucun trait; or comme cet adoucissage se fait avec une pierre noire d'un grain doux et de l'eau de savon, et quelquefois avec cette pierre et de l'huile, il est prudent, de la part du doreur, de leur donner un bouillon dans une eau de soude pour les dégraisser, sans quoi il s'expose d'abord à ce que le décapage (qui ne dissout pas les corps gras) n'avive pas le laiton; ensuite à ce que le grainage n'étant pas appliqué directement sur le laiton, mais sur la graisse, ne soit pas adhérent et s'enlève au gratte-boessage. D'ailleurs il s'exposerait aussi à avoir des taches vertes à la dorure par la combinaison de l'huile avec la potasse du cyanure. Après les avoir dégraissées, ces pièces sont passées dans un fil de cuivre ou de laiton, et on les décape en les agitant pendant deux ou trois secondes dans un mélange de 2 parties en poids d'acide sulfurique et 1 partie d'acide nitrique; pour 1 kilo de décapage, on ajoute 5 grammes de sel de cuisine en poudre fine. Après cela on pique toutes les pièces de six montres sur une plaque de liége bien plate au moyen de petites épingles à têtes coniques, fig. 1, de manière à ce que toutes les pièces se touchent en laissant le moins de vide possible, et soient à la même hauteur; vient après ce travail préparatoire que c'est l'opération du grainage.

Ce grainage ne peut pas se faire par les acides, et en enlevant de la matière, sans nuire aux ajustements, qui demandent une grande précision tandis qu'un grainage en creux par corrosion, fait paraître la dorure plus rouge à cause de la réflexion, comme cela arrive à l'intérieur des vases dorés qui paraissent plus haut en couleur qu'ils ne le sont réellement. D'autres causes encore ont fait rejeter ce mode de grainage.

C'est donc un grainage en relief et par application de métal, comme pour la dorure au feu qu'il s'agit d'obtenir; on y parvient en opérant de la manière suivante.

Préparation de la poudre à grainer.

On fait dissoudre 30 grammes d'argent fin, ou même d'argent de monnaie à 900/1000, dans 120 grammes d'acide nitrique, on verse cette dissolution dans un grand vase contenant au moins 4 litres d'eau; plus la quantité d'eau est grande, plus la poudre est fine. On place le vase dans l'obscurité, on ajoute des lames de cuivre, et après vingt-quatre heures au moins, on décante le liquide; on ajoute de nouveau de l'eau pour laver la poudre, en laissant les lames de cuivre, et après l'avoir lavée deux ou trois fois, on la sépare en la roulant entre les doigts, on agite l'eau, et après quelques instants la plus grosse poudre est déposée, alors on décante la plus fine, qui est en suspension et qui se dépose à son tour, on désagrége de nouveau la grosse poudre, et ainsi de suite, après cela on la sèche et elle est prête à être employée.

On peut également précipiter l'argent par le sel de cuisine, et après que le chlorure d'argent s'est déposé, on enlève le liquide avec un siphon et on laisse le chlorure d'argent en contact avec des lames de zinc et de l'eau contenant 1/20 d'acide sulfurique, qui réduit le chlorure. Lorsque la poudre est complètement gris-métallique et qu'il ne reste plus de grains blancs de chlorure, l'opération est terminée. Cette poudre donne un grainage différent de l'autre; beaucoup de doreurs, même dans de grands ateliers, ne font pas leur poudre et emploient celle que l'on appelle ici poudre de Paris, mais que l'on tire principalement d'Allemagne; elle est très-belle, très-fine et blanche; cette poudre se fabrique par un procédé mécanique en broyant de l'argent battu avec du miel ou autre substance; c'est, du reste, la même fabrication que pour les poudres de bronze. Cette poudre ne pouvant être faite par les doreurs, je n'ai pas à m'en occuper ici.

Application du grainage.

On prend en poids une partie de poudre d'argent, 12 parties de chlorure de sodium (sel de cuisine) très-sec, pilé et tamisé très-fin, 4 parties de crème de tartre (tartrate acide de potasse) également tamisée fin; on mélange le tout exactement dans un mortier avec un pilon de bois, en évitant l'emploi de mortiers de porcelaine et autres corps durs qui aplatiraient les molécules d'argent qui doivent s'appliquer à l'état spongieux pour avoir un beau grain facile à brillanter.

Lorsque le mélange est intime, on ajoute de l'eau de manière à former une pâte claire, on prend une brosse faite spécialement pour cet usage, fig. 3. Cette brosse est ovale, de la grandeur d'une brosse pour habits, mais beaucoup plus serrée, et les soies un peu plus fines. Avant de s'en servir il est bon de la laver à l'eau de soude, et après l'avoir imprégnée avec cette pâte, on frotte les pièces piquées sur la plaque de liége en tournant cette dernière ou bien la brosse, afin decroiser les coups et de faire un grain rond, car en frottant toujours dans le même sens on aurait un grain allongé. Plus on frotte longtemps, plus le grain est gros, une à deux minutes suffisent; mais si on poursuit trop longtemps, tous les grains finissent par se toucher, et on a une surface plane sans grainage, mais avec des creux; alors il faut limer, adoucir et recommencer. Cela n'arrive toutefois qu'à ceux qui commencent; car avec l'habitude, on sent au mordant de la brosse quand le grain est bon. Il faut également avoir l'attention de faire un grain égal partout, autrement on graine plus au centre que sur les bords.

Les proportions de sel et de crème de tartre indiquées peuvent être variées à volonté pour arriver au but quand on connaîtra l'action particulière des sels que voici. Plus on ajoute de crème de tartre, plus le grain est fin et serré, mais aussi plus il est dur et difficile à brillanter avec le gratte-boesse. Si l'on demandait des dorages mats, on y arriverait parfaitement en mettant pour 1 partie d'argent, 8 de sel de cuisine et 8 de crème de tartre; plus on ajoute de sel, plus le grain est gros planté, rare, spongieux et facile à polir en l'ecrouissant avec le gratte-boesse. Plus on ajoute d'argent en proportion des sels, plus le grainage se fait promptement. En suivant ces instructions, le doreur est parfaitement maître du procédé et peut, à coup sûr, arriver au but qu'il cherche et varier ses effets selon le caprice du fabricant pour lequel il travaille.

Du gratte-boessage.

Le gratte-boessage se fait avec un instrument ayant la forme d'un pinceau, que l'on nomme gratte-boesse, fig. 4; il est, comme je l'ai dit, en fils de laiton très-fins. Mais comme la fabrique livre les fils écrouis, ils seraient trop durs sous cet état et rayeraient la dorure; il faut donc leur donner un faible recuit, seulement pour leur faire perdre un peu d'élasticité. Il est difficile d'arriver juste au point désirable en les laissant entourés de charbon incandescent pendant deux à trois minutes, mais voici un moyen facile et qui ne manque jamais, c'est de les mettre au milieu d'une bonne poignée de paille à laquelle on met ensuite le feu. Lorsqu'elle est complétement brûlée, on plonge le gratte-boesse dans l'eau froide, et il a juste le recuit convenable. On scie le bout, qu'on lime ensuite bien plan, on le détache plus ou moins en déroulant le gros fil, puis on l'attache à un roseau fendu en deux. Pour brillanter le grain, on le détache de 12 à 14 millimètres, et pour la dorure d'environ 25 à 28 millimètres; on le passe souvent sur une râpe à sucre pour le démêler, on coupe les fils plus longs que les autres, parce qu'ils feraient des traits.

Plusieurs liquides peuvent servir pour cette opération du gratte-boessage; les traités de cet art indiquent généralement le vinaigre, mais son odeur forte peut incommoder les ouvriers; on indique encore une infusion de buis de réglisse. Chez nous on se sert, depuis plus de trente ans, d'une infusion de marrons d'Inde ou amers, il faut qu'ils soient tenus en état de macération au moins cinq jours avant de se servir de l'eau, autrement elle n'est pas mousseuse.

La récolte ayant été mauvaise il y a quelques années, j'ai indiqué l'emploi d'une infusion de saponnaire, que beaucoup de doreurs emploient encore préférablement à toute autre.

Lorsque les pièces sont suffisamment brillantes, on les enlève du liége, on les passe à l'eau froide et on les dore après les avoir enfilées sur les rayons d'une étoile, de manière à ce que les pièces ne se touchent pas dans le bain.

Du dorage à la pile et à la température atmosphérique.

C'est pour cette partie qu'il serait à

désirer que l'ouvrier eût quelques connaissances de physique et de chimie pour franchir facilement les obstacles qui se présentent à chaque instant, et vaincre les difficultés sans tâtonnement; il est vrai qu'il en évite beaucoup par la grande habitude, mais aussi quelquefois il travaille des journées entières sans pouvoir réussir; il serait impossible d'indiquer le moyen de parer à chaque difficulté, à chaque insuccès; il faudrait un volume, mais je crois qu'il suffit d'indiquer les causes principales d'erreurs pour que l'on puisse, avec un peu d'intelligence, rentrer dans les conditions d'un bon travail.

1° On a une dorure brune ou noire lorsqu'il y a une trop grande intensité d'électricité; c'est ce qui arrive dans les bains épuisés qui opposent moins de résistance au courant. On doit diminuer le nombre des couples.

2° Les objets ne se dorent pas ou les objets dorés se dédorent lorsqu'il n'y a pas assez d'intensité, ce qui arrive dans les bains neufs qui ne sont pas électrolisés et mauvais conducteurs; le courant est refoulé dans les couples, où il éprouve moins de résistance au passage que dans le bain. J'ai vu des fois le courant se renverser, le positif devenir négatif et le négatif jouer le rôle positif, de manière que les objets attachés au zinc de la pile étaient attaqués, et que l'anode se chargeait de métal; dans ce cas on augmente le nombre des couples, et dans un bain neuf on diminue le nombre des pièces à dorer jusqu'à ce que le bain soit électrolisé.

3° La dorure est terne, de mauvaise couleur et peu adhérente par une trop grande quantité d'électricité; on y remédie : 1° en diminuant les liquides dans les vases; 2° en plongeant moins l'anode dans le bain; 3° en mettant plus de surfaces à dorer; 4° enfin en prenant de plus petits couples. Je me suis efforcé, dans les cours publics de chimie industrielle que je professe, de faire comprendre aux doreurs la différence qui existe entre la quantité et l'intensité de l'électricité, mais sans y être parvenu; généralement ils croient qu'il est égal d'employer quatre grands couples ou huit petits, aussi ceux qui emploient un petit nombre de grands couples s'exposent à de grandes variations dans la marche des piles, et à compromettre la beauté de leur travail, en rejetant la faute sur le temps, l'air, les brouillards, etc.

Il arrive encore quelquefois, lorsqu'on emploie un bain neuf et préparé depuis peu de temps, que l'on ne peut pas absolument s'en servir pour dorer, même en laissant les objets six à huit heures et quelle que soit l'intensité de la pile. Il est curieux de voir l'oxigène se dégager sur l'anode et l'hydrogène sur le catode (1) sans qu'ils éprouvent de changement et sans que l'or soit réduit; j'ai été appelé plusieurs fois chez les doreurs pour vérifier le fait, qu'ils ne savaient à quoi attribuer, ayant préparé leurs bains toujours de la même manière. En résumé, on n'a pas encore reconnu la cause de cet état particulier du bain, mais on connaît le moyen de le ramener à l'état normal, c'est-à-dire dans les conditions voulues pour lui faire donner une belle dorure.

Il faut, pour cela, électroliser le bain en opérant de la manière suivante. On attache au zinc de la pile un conducteur en cuivre rouge suffisamment long pour qu'il forme une bague de la grandeur du vase contenant le bain, ou une bague plus petite; on le descend au fond de ce bain et on fait plonger légèrement l'anode, alors le fil conducteur se dorera, et après une demi-heure on pourra suspendre une ou plusieurs pièces à dorer présentant ensemble la surface d'une pièce de 5 francs, puis lorsqu'elles seront dorées on pourra introduire de plus grands objets, car alors le bain sera électrolisé.

La fig. 5 représente cette disposition des conducteurs.

Des couleurs d'or.

Le même bain peut donner une série de couleurs suivant la quantité d'électricité. Plus cette quantité est grande relativement à la surface à dorer, plus la dorure est rouge; si le bain est allié à l'argent on n'obtient pas deux fois de suite la même couleur, parce que l'argent se précipite plus facilement que l'or, et il arrive un moment où le bain ne contient plus d'argent; aussi pour faire des dorures pâles faut-il de temps en temps ajouter du bain d'argent, mais en très-petite quantité, parce qu'il y est très-sensible.

La quantité d'argent à ajouter varie de 1/24 à 1/12 du poids de l'or. Avec 1/24 la dorure est déjà pâle, mais si on ajoute 1/12, alors on a l'or vert. En augmentant encore l'argent, on aurait

(1) Le catode est l'objet à dorer, celui qui se couvre de métal et qui communique au pôle zinc de la pile.

L'anode est la lame d'or soluble en communication avec l'autre pôle.

de l'argenture sur les premières pièces trempées.

Pour obtenir une dorure plus rouge que l'or pur, je n'engage pas les doreurs à ajouter du bain de cuivre parce qu'alors on a une dorure brune terne ressemblant à du bronze; il est infiniment préférable de cuivrer l'objet préalablement et de le dorer ensuite avec une grande pile galvanique et si la couleur n'est pas assez haute, de la passer en cire. On peut choisir des recettes dans le *Manuel du bijoutier* de l'*Encyclopédie Roret*, pour les différentes compositions de cire à dorer. Il ne faut pas oublier qu'un bain qui a servi et qui est épuisé d'or, donne une dorure plus rouge qu'un bain neuf et la dorure sera d'autant plus rouge que le bain sera plus étendu d'eau.

Manière d'opérer.

On chauffe la pièce, on la couvre de cire, et on chauffe de nouveau jusqu'à ce que la cire prenne feu, on la laisse quelques instants dans l'essence de térébenthine pour dissoudre la cire et on gratte-boesse. Comme on le verra par la recette ci-après, c'est une couche mince de cuivre qui est réduit et précipité sur l'objet qui lui donne une couleur rouge. On fait des cires vertes en remplaçant l'acétate et le sulfate de cuivre par le sulfate de zinc ou le nitrate d'argent.

Composition de cire à dorer.

	gram.
Cire jaune.	120
Vert-de-gris (acétate neutre de cuivre).	30
Sulfate de cuivre.	30
Alun et bol d'Arménie, chaque. . . .	30

On fait fondre le tout ensemble pour en faire des bâtons.

La mise en couleur au moyen des cires peut servir pour l'orfèvrerie et la fausse bijouterie, mais nullement pour l'horlogerie où on ne peut pas chauffer les pièces sans nuire aux qualités d'une montre, aussi pour ces dernières se contente-t-on de la mise en couleur par les bains. Ayant, comme je l'ai dit, essayé un grand nombre de bains d'or indiqués dans différents ouvrages, j'en donne ici la formule afin de pouvoir indiquer ensuite à l'ouvrier les avantages et les inconvénients de chacun d'eux et qu'il voie au premier coup d'œil celui qu'il doit préférer.

Des dissolutions d'or.

Je commence par donner la dissolution la plus parfaite pour l'horlogerie, celle qui a prévalu, chez nous, sur toutes les autres, j'en indiquerai ensuite les raisons.

On lamine un ducat, on le recuit pour brûler la graisse, on le dissout dans 30 grammes d'eau régale (acide hydrochloronitrique) composée de 3 parties en poids d'acide chlorhydrique et 2 parties d'acide azotique. Quand l'or est dissous dans un matras, soit à froid, soit à l'aide de la chaleur, on laisse reposer quelques minutes et on décante ensuite le liquide dans une capsule de porcelaine en laissant au fond du matras la poudre blanche de chlorure d'argent, on évapore lentement en évitant l'ébullition qui projette toujours des gouttes de dissolution hors de la capsule, et on reconnaît que l'évaporation a été portée à un degré suffisant lorsque la liqueur a pris une couleur rouge et ne dégage plus de vapeur. En laissant refroidir, le chlorure d'or cristallise.

Quel que soit le genre de dissolution que l'on veuille faire, l'opération est la même jusqu'ici, parce que c'est toujours le chlorure d'or que l'on convertit en un autre sel, ou en oxide d'or.

N° 1. *Dissolution par l'ammoniure d'or.*

On dissout le chlorure d'or provenant d'un ducat dans 2 décilitres d'eau (1), on ajoute environ 30 grammes (une once) d'ammoniaque liquide en remuant avec un tube de verre et il se forme un précipité d'ammoniure d'or, qui est fulminant lorsqu'il est sec. C'est pourquoi on jette le tout sur un filtre et on lave le précipité jusqu'à ce que l'eau qui passe n'ait plus la moindre saveur salée (2); on plonge alors le filtre contenant le précipité encore humide dans une capsule de porcelaine contenant une solution de cyanure de potassium dans l'eau, dans la proportion de 10 grammes pour un ducat, soit environ 3 fois le poids de l'or. Cette quantité étant suffisante pour dissoudre l'ammoniure (je n'ai jamais reconnu l'utilité d'un excès allant jusqu'à dix fois le poids de l'or, comme l'indiquent quelques auteurs, on a au contraire le désagrément d'un dégagement de cyanogène ou d'acide cyanhydrique, puis

(1) Si l'on peut se procurer facilement de l'eau distillée on doit la préférer, autrement on prendra de l'eau de fontaine, mais on doit éviter de prendre l'eau provenant des toits; elle tient une plus grande quantité de sels en dissolution, et même des matières animales.

(2) L'eau qui a filtré tient encore de l'or en dissolution; on la met en ébullition dix minutes pour dégager l'ammoniaque et il se précipite encore de l'ammoniure d'or.

une production de carbonate de potasse dans le bain, sel qui, toutefois, est sans influence), on tient le tout en ébullition avec 1/2 litre d'eau distillée (qu'on remplace à mesure qu'elle s'évapore), pendant quinze minutes ou enfin jusqu'à ce que le bain ait perdu complétement l'odeur ammoniacale pour prendre celle de potasse; alors on retire le bain du feu, on le filtre et il est prêt à servir. On peut l'étendre plus ou moins. Avec un ducat on peut faire depuis 1/2 litre de bain jusqu'à 1 1/2 litre; les couleurs sont plus éclatantes avec un bain concentré, mais il faut un courant plus intense.

N° 2. *Dissolution par le cyanure d'or.*

Dans une dissolution un peu concentrée de chlorure d'or, on ajoute du cyanure de potassium et il se forme un précipité de cyanure d'or qu'on lave sur le filtre, comme l'ammoniure, pour le dissoudre ensuite dans le cyanure de potassium; mais si en précipitant l'or par le cyanure on ajoute trop de ce dernier, l'or se redissout. C'est pourquoi il est prudent de laisser en réserve un peu de chlorure d'or dissous dont on ajoute quelques gouttes aux eaux de filtration. S'il se forme un précipité c'est parce que l'on a ajouté trop de cyanure; si au contraire le cyanure forme un précipité dans les eaux de lavage, c'est qu'il n'était pas en quantité suffisante pour précipiter la totalité de l'or. Mais il est impossible d'indiquer des proportions, même approximativement, parce que les cyanures du commerce sont quelquefois fraudés au point de contenir jusqu'à 40 pour 100 de carbonate de potasse. Cette dissolution vaut la précédente; si ce n'était les tâtonnements dans la préparation, on la préférerait. On pourrait préparer le cyanure d'or d'une autre manière, mais peu pratique pour les doreurs.

N° 3. *Dissolution par l'oxide d'or.*

On étend d'un peu d'eau le chlorure d'or d'un ducat, on ajoute 30 grammes de magnésie fraîchement calcinée et en pâte claire avec de l'eau. On chauffe le tout dans une grande capsule de porcelaine, on tient en ébullition pendant quinze à vingt minutes, on jette le tout sur un filtre, on lave, on dissout la magnésie dans 250 grammes d'acide azotique pur (si l'acide azotique contenait de l'acide chlorhydrique comme cela arrive généralement dans l'acide du commerce, il y aurait de l'or en dissolution) étendu de 5 fois son poids d'eau et à l'aide de la chaleur; il reste au fond de la capsule l'oxide d'or que l'on dissout dans les proportions de cyanure de potassium indiquées ci-dessus pour les dissolutions précédentes, après l'avoir bien lavé sur un filtre.

Cette dissolution ne présente aucun avantage sur les précédentes relativement aux résultats qu'elle fournit; ses désavantages, au contraire, méritent d'être pris en considération : 1° il est difficile à un ouvrier de se procurer et de reconnaître la magnésie fraîchement calcinée et l'acide azotique privé de chlore et de nitrate d'argent si on l'a ajouté en excès pour s'emparer du chlore; 2° malgré l'emploi d'agents chimiquement purs on a toujours une quantité notable d'or en dissolution dans l'acide et les premières eaux de lavage.

N° 4. *Dissolution par le chlorure d'or.*

La dissolution du chlorure d'or peut se faire directement dans le cyanure de potassium; il se forme alors un peu de chlorure de potassium qui reste en dissolution. Ce procédé, qui est le plus simple, peut servir pour des amateurs, mais pas pour des doreurs de profession, parce que les pièces les plus près de l'anode prennent une dorure plus forte et plus foncée que celles les plus éloignées; puis lorsque le bain s'épuise, il produit sur les objets des taches que l'on ne peut pas faire disparaître au nettoyage; le ton de cette dorure n'est pas aussi beau qu'avec les dissolutions précédentes.

Tous les bains indiqués jusqu'ici ne peuvent servir avantageusement que pour dorer à la température atmosphérique, parce qu'après les avoir chauffés même une seule fois de 60 à 80 degrés et doré à cette température on ne peut plus avoir de jolies dorures à froid. Nous avons quelques doreurs, dans les grands ateliers principalement, qui chauffent leurs bains de 30 à 40 degrés, mais alors ils les préparent de la manière suivante.

N° 5. *Bain au prussiate jaune de potasse pour dorer à chaud.*

On décompose le chlorure d'or en ammoniure comme il est indiqué au bain n° 1, et après l'avoir lavé sur un filtre au lieu de le dissoudre dans le cyanure simple on met l'ammoniure d'un ducat dans une capsule contenant 1 litre d'eau distillée, 125 grammes de prussiate jaune de potasse et 30 gram. de potasse caustique (on peut rempla-

cer la potasse par le carbonate de potasse pur), on fait bouillir pendant vingt minutes, et le bain est prêt à servir.

Quelques doreurs font digérer pendant douze heures à froid l'ammoniure d'or avec la potasse et ajoutent le prussiate au moment de l'ébullition, je ne sais trop pourquoi, ne trouvant aucune différence dans les résultats. Je dois dire qu'après la filtration le bain est jaune et qu'il reste sur le filtre une pâte rouge brun d'oxide de fer que des ouvriers peu expérimentés pourraient croire être de l'or précipité. Ce bain donne une dorure très-belle, très-éclatante, d'un ton chaud principalement pour les rouges, mais il perd ses avantages quand on veut y ajouter de l'argent pour obtenir les ors verts. On le chauffe de 30 à 60 degrés centigrades et plus.

N° 6. *Dorure à la plaque.*

Cette dénomination est peu scientifique; si je l'emploie c'est parce qu'elle est généralement reçue dans la fabrique d'horlogerie. Cette dorure tient le milieu entre la dorure galvanique par la pile et la dorure au trempé. Voici en quoi elle consiste :

La dissolution est celle n° 1, à laquelle on ajoute 30 grammes de cyanure de potassium pour un ducat, et au lieu d'une pile on se contente tout bonnement de mettre dans le bain une feuille épaisse de zinc carrée et fendue comme en AA dans la fig. 6, et portant une forte tringle en cuivre recourbée comme dans la fig. 7 où l'on voit la plaque de profil et disposée dans le bain de manière que la partie D est immergée dans le bain, tandis que les deux parties étroites A,A servent à l'accrocher au vase et se trouvent en dehors. La dorure se fait très-promptement de cette manière et d'autant plus vite qu'il y a une plus grande surface de zinc en contact avec le liquide. Le zinc est attaqué et dissous par l'excès de cyanure que contient le bain ; il y a 1 équivalent d'or réduit et appliqué pour 1 équivalent de zinc dissous, et il arrive sur la fin que l'on a une dissolution de zinc au lieu d'une dissolution d'or.

Ainsi, au lieu de se servir d'une pile indépendante, on forme un couple dans le bain même au moyen de la lame de zinc portant un gros fil de cuivre auquel on attache les pièces à dorer, ce qui constitue un diminutif ou, pour parler plus exactement, une modification de l'appareil simple à membrane de baudruche qui est le premier appareil qui ait été employé et par conséquent le moins avantageux, le moins parfait. C'est, suivant moi, reculer au delà du point de départ, et je doute que l'on continue à se servir d'une lame de zinc au lieu d'une pile. Même en enfermant le zinc dans une vessie avec de l'eau salée pour éviter le dépôt d'or sur le zinc et la dissolution du zinc dans le bain, ce sera toujours un mauvais procédé qui n'aura jamais la sanction de la pratique.

Ce procédé est le plus mauvais que je connaisse, tant sous le rapport de la beauté, de la solidité, de la belle facture que sous celui de la santé et de l'économie : 1° la plaque de zinc se dore et épuise promptement le bain ; 2° après deux ou trois jours on a de vilaines couleurs d'or ; 3° la dorure est si peu adhérente qu'elle ne supporte pas même le brunissage sur le laiton, et encore moins sur l'argentan, où un léger frottement enlève la pellicule d'or ; 4° le dégagement continuel et considérable d'acide cyanhydrique provoque de violents maux de tête et des ophthalmies à rendre aveugle. Aussi ce système n'est employé dans la fabrique que par de profonds ignorants qui n'ont aucune notion de l'art qu'ils gâchent ; trop paresseux pour nettoyer et entretenir une pile qu'ils ne savent pas même monter, ils préfèrent celui-là, aussi ne font-ils que les qualités très-inférieures ; j'espère qu'un jour viendra où l'on bannira des ateliers cette méthode défectueuse sous tous les rapports.

N° 7. *Dorure au trempé.*

Quoique la dorure au trempé ne soit pas en usage chez nous, je mentionnerai en passant les résultats des quelques expériences que j'ai vu faire et que j'ai faites.

On prend 1 partie d'or, 60 de bicarbonate de potasse et 200 d'eau. On fait dissoudre la moitié du bicarbonate de potasse dans un vase en fer doré, on jette par portion l'autre moitié dans une capsule avec le chlorure d'or étendu ; quand l'effervescence est passée, on jette le contenu de la capsule dans le vase en fer doré, on tient en ébullition pendant deux heures, on remplace l'eau qui s'évapore, on laisse reposer, on décante, on met à part le dépôt, on remet la dissolution claire dans le vase, on fait bouillir et on plonge les objets bien décapés dans ce bain bouillant. Quand le bain s'épuise on peut ajouter

très-peu de nitrate d'argent. Quelques doreurs prétendent qu'en ajoutant des substances organiques, telles qu'acide oxalique, oxalate de potasse, etc., la dorure vient mieux. J'ai constaté que la dorure ne vient pas du tout s'il n'y a pas deux métaux en contact, soit que les objets en laiton aient des soudures de plomb ou étain, soit qu'ils soient tenus dans le bain par des fils de fer, zinc, plomb, etc., soit enfin que le fil métallique soit en contact avec le vase en fer en le posant sur le bord, ainsi que l'a prouvé M. Barral (V. *le Technologiste*, octobre 1846). Or, je demande s'il y a avantage à se servir d'un fil de plomb ou de zinc au lieu d'une pile? La dorure au fil soit au trempé vaut la dorure à la plaque moins le dégagement cyanhydrique.

Il y aurait encore beaucoup d'autres bains, mais comme ils présentent peu d'intérêt, qu'ils donnent de moindres résultats que les précédents, je terminerai la série par ceux de MM. Roseleur et Lanaux que j'ai copiés à l'école de Pharmacie au cours de M. Soubeiran, et à l'école de Médecine au cours de M. Orfila le 1er février 1847, lorsque je suivais ces cours. Pour ne pas revenir sur ce procédé, je le donne ici d'un bout à l'autre.

Dorure et argenture de MM. Roseleur et Lanaux.

1° On recuit les pièces et on les déroche dans l'eau contenant 1/14 acide sulfurique qui dissout le bioxide de cuivre.

2° On les passe, si elles sont en cuivre ou en laiton, à l'acide nitrique pur qui fait passer le protoxide à l'état de bioxide (c'est ce que l'on appelle noircir).

3° On décape dans le mélange suivant: acide nitrique, 1,000; suie, 10; sel marin, 10;

4° Après ce décapage, si l'on veut une dorure brillante, on fait dans une capsule de porcelaine le mélange suivant: acide sulfurique, 2 litres; acide nitrique, 1 litre; sel marin, 10 gram.

5° Pour le mat on prend: acide sulfurique, 1 litre; acide nitrique, 2 litres; sel marin, 10 grammes;

6° En sortant du décapage et avant de dorer on plonge les pièces dans: eau 6 litres, nitrate de mercure 3 gr.; on lave et on plonge immédiatement dans le bain d'or.

Si les pièces à dorer sont en argent, on les chauffe jusqu'à ce qu'elles prennent une teinte jaune, on les passe au dérochage n° 1 et on les gratte-boesse.

Dorure par la pile.

Roseleur et Lanaux.

Eau	5 litres.
Phosphate de soude	375 grammes.
Chlorure d'or	5 —
Sulfite neutre de soude	25 —

On met préalablement le phosphate avec le chlorure d'or.

Dorure par immersion.

Roseleur et Lanaux

Pyrophosphate de soude	400 grammes.
Chlorure d'or neutre	5 —
Eau	5 litres.

On dore dans la dissolution bouillante.

Bain d'argent à la pile.

Roseleur et Lanaux.

Eau	1 litre.
Sulfite neutre de soude	100 grammes.
Carbonate d'argent	20 —

Bain d'argent au trempé.

Roseleur et Lanaux.

Eau	1 litre.
Bisulfite de soude (sulfite acide)	1,000 gram.
Carbonate d'argent	100 —

Après avoir vu les beaux résultats obtenus dans les cours publics, j'ai répété ces expériences, mais sans réussir à donner une belle dorure; alors j'allai trouver MM. Roseleur et Lanaux auxquels je fis part de mes insuccès, ils me répondirent qu'il fallait un pyrophosphate de soude préparé d'une manière particulière. En effet, je reconnus plus tard que, pour réussir, le pyrophosphate de soude devait contenir du cyanure de potassium en quantité au moins suffisante pour dissoudre le chlorure d'or: alors je demande à quoi sert le pyrophosphate s'il ne peut pas seul donner une *belle* dorure?

Si l'on veut avoir une forte dorure galvanique, il faut remettre les objets plusieurs fois après les avoir gratteboessés, car il serait inutile de les laisser plus longtemps dans le bain une fois qu'ils sont couverts d'une couche brune et terne, l'or qui se dépose ensuite n'est plus adhérent et tombe en poudre fine au gratte-boessage.

Il faut que toutes les pièces qui doivent être réunies soient ensemble dans

le bain d'or et, autant que possible, à la même distance de l'anode : autrement elles n'auraient pas la même couleur, principalement avec les bains n°s 4 et 6.

Je dois maintenant récapituler les opérations successives, après que les pièces sont bien adoucies :

1° Les faire bouillir dans une eau de soude pour les dégraisser ; mais s'il y a des parties d'acier attachées aux pièces de laiton, on remplace la soude par l'alcool (esprit-de-vin), la soude noircirait l'acier ;

2° Décaper dans le mélange indiqué page 9. La durée de l'immersion ne doit pas dépasser trois secondes ; on lave à grande eau en secouant continuellement les pièces dans le décapage et dans l'eau : on sèche à la sciure de sapin chaude si on ne veut pas piquer et grainer de suite. Les doreurs sont en général très-négligents avec leur décapage, qu'ils se contentent de mal couvrir dans des vases à large ouverture ; or l'acide sulfurique absorbe l'eau de l'atmosphère, et du moment où il contient une quantité notable d'eau son action devient très-énergique, au point qu'il attaque et creuse le laiton, et s'il y a des pieds, bouchons, ou autres pièces rapportées elles se montrent après le décapage ; aussi je recommande d'employer des acides concentrés et d'éviter d'introduire de l'eau ;

3° Piquer les pièces sur une plaque de liége et les grainer avec la brosse et pâte d'argent (Voir page 4) ;

4° Gratte-boesser jusqu'à ce que le grain soit très-brillant ;

5° Dorer ;

6° Gratte-boesser.

Dorages gravés avec reliefs polis.

Lorsque les gravures sont faites et les reliefs bien adoucis, on décape comme précédemment. On dore à la pile, on gratte-boesse, on répète encore la dorure une ou deux fois, on met en couleur par le bain. On lapide les reliefs comme les fonds de boîtes de montre, on éclaircit avec la peau de chevreau et du rouge à polir sec. On peut remplacer le lapidage en brunissant comme pour les roues polies avec un brunissoir plan en acier.

Dorage avec gravures dorées et reliefs argent mat.

On dore comme précédemment, mais moins fortement si l'on veut, on couvre de gomme laque en chauffant la pièce, on lime la gomme laque pour découvrir les reliefs et on graine à la brosse en se conformant au principe indiqué au commencement de ce mémoire, c'est-à-dire que pour avoir un grain fin il faut mettre beaucoup de crème de tartre (tartrate acide de potasse) et peu de sel. Pour que l'argent s'applique très-blanc, il faut une pâte épaisse, riche en argent et fraîchement préparée. Ces conditions sont nécessaires : si le blanc n'était pas beau on ferait subir aux objets le blanchiment des cadrans d'argent indiqué plus loin.

On dissout la gomme laque dans l'alcool, et on a une gravure dorée avec les reliefs blanc mat. Ce genre est plus beau, plus fin et plus employé que le précédent, qui est cependant plus riche.

La bonne réussite d'une dorure, son aspect mat ou brillant, sa couleur, sa solidité, dépendent en partie des opérations préparatoires qu'elle a subies et qui ne sont pas les mêmes pour tous les métaux. Voici les plus générales.

Pour tout objet poli, de quelque métal qu'il soit, on ne le décape pas, mais on le lave à l'eau de savon et avec une brosse douce pour enlever les corps gras.

Si c'est une pièce de fer ou d'acier bleuie, on la plonge dans l'eau acidulée par 1/15 d'acide sulfurique (comme pour l'argent) pour enlever le bleu, qui est une couche d'oxide de fer soluble dans cet acide faible, et qui empêcherait l'adhérence de l'or. Pour que cette adhérence soit plus grande, il est bon de cuivrer préalablement l'acier dans un bain alcalin.

Dorure mate.

Jusqu'ici les auteurs ont indiqué un assez grand nombre de dissolutions pour dorer mat ; je les ai toutes essayées, mais sans obtenir le résultat annoncé, aussi j'ai maintenant la conviction que (comme le dit M. Becquerel) telles sont les surfaces en les plongeant dans une dissolution d'or, telles elles en sortent. Donc, si un objet est mat avant l'immersion il l'est après, et *vice versâ*. Les mats s'obtiennent de deux manières, soit mécaniquement soit chimiquement :

1° Mécaniquement, au moyen de petits instruments ou broches d'acier trempé, ayant sur le bout de petits points que l'on imprime sur le métal en frappant sur l'autre bout avec un petit marteau. On nomme cet instrument ***frisoir*** ou ***mattoir*** ;

2° En remplaçant le frisoir par un cylindre de bois et un corps dur en poudre tel que pierre ponce, émeri ou corindon, etc. Cette poudre, en s'enfonçant dans le métal au moyen du tampon de bois, produit une espèce de mat;

3° Chimiquement, en corrodant par les acides ou par les sels acides. Ces derniers doivent être préférés pour matter le laiton, parce qu'ils donnent un mat égal partout, tandis que les acides attaquent davantage en certains endroits que dans d'autres. Un mélange qui réussit bien est le suivant :

Nitrate de potasse (salpêtre), 40; chlorure de sodium (sel de cuisine), 10; sulfate de cuivre, 10; eau, 30. On fond les sels dans l'eau; quand le mélange est bouillant, on y plonge les objets préalablement chauffés. S'il n'y a pas d'empêchements, si l'action est trop énergique, on diminue le salpêtre et on étend d'eau; si elle est trop lente, on ajoute de l'acide sulfurique avec précaution;

4° Par les acides en prenant acide nitrique, 1,000; acide sulfurique, 500; acide chlorhydrique, 250; nitrate de cuivre, 125; eau, 250;

5° Nitrate de mercure, 25; acide nitrique, 5; eau, 25 à 30. Lorsque les pièces sont bien blanchies, on les chauffe pour volatiliser le mercure, et après avoir gratte-boessé on voit un mat particulier;

6° Par application du grainage d'argent indiqué;

7° Enfin, le procédé qui me paraît bien supérieur aux précédents, consiste à cuivrer dans un bain de sulfate de cuivre étendu d'eau et acidulé par 1/20 acide sulfurique. En conduisant le courant convenablement, après deux heures on a un très-beau mat; en laissant plus longtemps, on a un mat plus gros. Ce procédé est d'une grande ressource pour décorer les épreuves galvanoplastiques obtenues dans des moules en gutta-percha, comme on le verra plus loin; je dois dire que ce dernier procédé donne un mat encore plus beau que celui de l'argent passé au blanchiment.

Blanchiment des cadrans d'argent.

On ajoute à 3 parties d'eau 1 partie d'acide sulfurique : on fait bouillir cette eau acidulée dans une capsule de porcelaine ou d'argent fin, on chauffe au rouge brun l'objet d'argent ou argenté, et lorsqu'il n'est plus rouge on le plonge dans cette eau bouillante, où on le laisse environ trente secondes, et d'où il sort très-blanc mat, on le lave à l'eau chaude et on le sèche dans une moufle ou sur une lampe à alcool, ou mieux encore, on le plonge dans l'alcool pour enlever l'eau et on l'essuie dans un linge fin. Il arrive quelquefois qu'il reste des taches grises, alors on recommence l'opération.

Il faut tenir la pièce qu'on veut blanchir avec un fil de platine ou d'or, car autrement elle serait certainement tachée.

Si l'on dore un objet passé au blanc mat, comme ci-dessus dans le bain n° 5 chauffé à 40 ou 50 degrés centigrades, on a le beau mat doré, qu'on peut encore rehausser en brunissant quelques parties comme on le fait avec la dorure au feu. Si on laisse trop longtemps les pièces dans le bain elles se couvrent d'un fard brun; alors il faut gratte-boesser et recommencer. Au reste, la dorure n'en vient que plus belle et plus forte. Il faut un bain concentré et une petite quantité d'électricité; le courant doit toujours être moins intense pour la dorure à chaud que pour celle à froid; le bain froid n'étant pas aussi bon conducteur, il faut augmenter le *nombre* des couples.

J'ai cru devoir entrer dans des détails minutieux, et même m'exposer à des répétitions, parce qu'il arrive souvent que les meilleurs renseignements, les plus clairs, les plus détaillés ne suffisent pas à la plupart des ouvriers pour être mis en pratique, et qu'ils sont encore forcés de s'adresser à un artiste intelligent et manipulateur expérimenté pour réussir.

Dorure des roues.

Les roues de montres sont ordinairement en laiton, et, jusqu'à ce jour, on s'est généralement contenté de les faire polir lorsque les montres sont finies. Mais le laiton étant un alliage oxidable il doit perdre bien vite son éclat, et les roues finissent toujours par devenir ternes et noires, ce qui est d'un effet désagréable dans une belle pièce d'horlogerie. Un autre inconvénient, c'est que le laiton, lorsqu'il est exposé à un frottement continu sur l'acier, use ce dernier métal; on peut s'en convaincre en examinant les palettes ou levées en acier trempé d'une verge de montre qui a marché longtemps, on observera qu'elles sont creusées par les dents de la roue de rencontre en laiton. Nos ancêtres, qui étaient observateurs, savaient si bien cela qu'ils faisaient cette

roue en or pour les montres d'un prix élevé, et il est certain que s'ils avaient connu le moyen que nous possédons aujourd'hui de dorer les roues sur les pignons, et à froid afin que les roues restent écrouies, ils se seraient bien vite emparés de cette découverte et l'auraient utilisée avec empressement.

Le frottement du laiton contre l'acier a encore le désavantage de gripper.

On dorait déjà les roues il y a bien des années, mais au mercure seulement et, par conséquent, au feu : alors le laiton, qui doit être bien écroui, se détendait, s'amollissait, se tourmentait au point de rendre la marche des montres défectueuse ; de plus, en chauffant pour volatiliser le mercure sur la roue, les pignons se détrempaient quelquefois, et au lieu d'améliorer l'ouvrage on sacrifiait l'utile au coup d'œil. Il eût mieux valu ne pas les dorer, aussi y avait-on renoncé. Mais aujourd'hui qu'on peut le faire avec tous les avantages, sans aucun inconvénient quelconque, les bons fabricants d'horlogerie s'empressent de mettre à profit cette découverte, et un jour viendra, je l'espère, où on fera dorer les roues de toutes les montres, soit avec grainage comme les mouvements, soit polies ; j'ai également vu avec plaisir depuis quelque temps des roues polies platinées qui imitent assez bien l'acier ; pour cela on prend le double chlorure de platine et de sodium neutre et une dissolution un peu concentrée.

Le procédé de la dorure des roues a été le but des recherches de nos doreurs, il était d'autant plus difficile à trouver que toutes les résines, tous les corps gras sont solubles dans le cyanure de potassium ou la potasse, et qu'en se dissolvant ils laissent les pignons à découvert. Enfin, après bien des tâtonnements, des essais infructueux, je suis parvenu à trouver un moyen que j'ai perfectionné depuis, comme on va le voir.

Premier procédé.

S'il suffisait seulement de garantir les pignons de la dorure, un vernis peu soluble remplirait très-bien le but, mais comme il faut appliquer le grainage de la même manière que sur les mouvements, et que le frottement de la brosse aurait bientôt découvert les pignons qui seraient alors rongés par le sel et la crème de tartre et mis hors de service, il faut avoir recours à un corps dur capable de résister à ce frottement, et la première idée qu'on ait eue a été de les couvrir avec de petits tubes de verre ou de cuivre remplis de gomme laque contenant un quart de son poids de térébenthine ; si ces tubes résistent bien à la brosse ils prennent trop d'épaisseur et ne permettent pas de grainer et de dorer le centre de la roue. On y a renoncé pour adopter le procédé suivant.

Second procédé.

On se sert dans ce procédé d'un petit manche portant une virole en laiton entaillée, comme on le voit dans la fig. 8, on chauffe sur la lampe à alcool le bout de la virole et on le plonge dans un petit vase contenant de l'épargne n° 1, qui fond et entre dans la virole ; pendant que l'épargne est encore liquide on l'applique sur le pignon en tournant de manière à le couvrir parfaitement des deux côtés ; le tout se refroidit de suite. On passe alors toutes les roues dans un fil de cuivre et on les décape de la manière indiquée pour les mouvements, après les avoir séchées à la sciure, on les pique sur une plaque de liége bien plane, percée de trous réguliers assez grands et assez profonds pour contenir les pignons : les deux épingles doivent être placées comme on le voit dans la fig. 9. Toutes les roues sont piquées de cette manière, les plaques de liége doivent avoir au moins la grandeur de la main et porter de quarante à soixante trous. Lorsque les roues ont un grain de grosseur convenable, on lave la plaque pour enlever la pâte d'argent, et on gratteboesse sans rien déranger, ensuite on ôte les roues et on enlève cette réserve dans l'huile d'olive que l'on chauffe ; on lave les roues à l'eau de savon, et, après les avoir essuyées, on pose avec un pinceau l'épargne n° 2, parce que la première ne résisterait pas bien au bain. Lorsque les roues sont suffisamment dorées, on dissout l'épargne n° 2 dans l'essence de térébenthine, que l'on chauffe avec la précaution d'avoir un couvercle près de soi pour couvrir le vase si l'essence prenait feu. Enfin les pignons se doreraient promptement à mesure que l'épargne ou réserve se dissout dans le bain d'or en l'attérant ; d'autres mastics, qui seraient moins solubles, ont l'inconvénient d'être difficiles à travailler, de mal couvrir ou d'attaquer l'acier.

Troisième procédé.

Si le procédé n° 2, qui est encore généralement employé, réussit très-bien, il a l'inconvénient d'être long parce qu'il faut appliquer et dissoudre deux épargnes ; aussi, par un troisième et dernier, j'ai beaucoup simplifié l'opération.

puisqu'il suffit d'appliquer la troisième épargne exactement comme le n° 1 et de la disssoudre également dans l'huile d'olive au moyen de la chaleur lorsque la dorure est complétement terminée, qu'elle résiste bien au bain d'or, même à une faible épaisseur, et qu'elle est la plus insoluble de toutes. De cette manière, on peut faire une quantité double d'ouvrage.

Récapitulation.

1° On lave les roues à l'alcool pour enlever les corps gras ; 2° on épargne les pignons ; 3° on décape et on sèche à la sciure ; 4° on pique sur le liége ; 5° on graine ; 6° on gratte-boesse ; 7° on met les roues sur une étoile en fil de cuivre et on les dore ; 8° on dissout l'épargne dans l'huile d'olive chaude ; 9° on gratte-boesse ; 10° on les passe dans l'alcool et on les essuie avec un linge fin.

Épargne ou réserve n° 1.

Résine colophane.	2 parties.	
Cire jaune.	1	—
Oxide rouge de fer.	1	—

Épargne ou réserve n° 2.

Vernis copal très-siccatif. .	9 parties.	
Noir de fumée ou noir léger.	1	—

On broie finement le copal avec le noir sur une feuille de verre au moyen d'une petite spatule flexible en acier ou en os et on l'applique avec un pinceau en plume ; s'il s'épaissit trop pour pouvoir être appliqué facilement on l'éclaircit avec l'essence de térébenthine.

La possibilité de produire des dorures de différentes couleurs et d'appliquer à volonté l'or, l'argent, le platine sur des endroits déterminés, à l'état mat ou brillant, permet d'établir de charmants ouvrages de damasquinerie. On peut faire sur les cadrans, les cuvettes, les boîtes, les mouvements de montres de véritables mosaïques en or et en platine ; c'est là où le talent de l'artiste, aidé par la richesse de la matière, peut produire les plus riches effets ; mais pour arriver à ces résultats il faut savoir modifier les moyens d'exécution suivant les effets qu'on veut produire. C'est là où l'épargne n° 2 est très-avantageuse.

Épargne ou réserve n° 3.

Résine colophane.	3 parties.	
Cire jaune.	1	—
Oxide rouge de fer.	1	—
Bétuline.	2 ou 3	—

Extraction de la bétuline.

On prend l'écorce extérieure du bouleau blanc, qu'on fait bouillir pendant quatre heures dans l'eau après l'avoir coupée par petits morceaux, puis on la sèche, pour la reprendre par l'alcool ; on la fait bouillir dans une cornue ou un matras muni d'un long tube recourbé qui passe dans l'eau froide pour condenser les vapeurs et l'on reçoit dans un flacon l'alcool qui distille pendant l'opération. Après une heure d'ébullition on prend l'écorce et l'alcool qui restent encore dans le matras, on filtre on laisse cristalliser la bétuline dans le liquide qui a passé à travers le filtre, on évapore encore l'alcool après l'avoir décanté sur les cristaux pour en avoir de nouveaux.

La bétuline est, d'après les chimistes, la seule résine qui soit complétement insoluble dans les alcalis, mais comme elle ne pourrait pas être travaillée et appliquée seule, j'ai dû composer l'épargne n° 3 qui réussit parfaitement.

Pour les ouvrages soignés, on remplace le grainage à l'argent par celui à l'or ; comme on ne trouve pas dans le commerce de la bonne poudre d'or, et que les fabricants ou marchands ont trop d'intérêt à la falsifier, j'engage les doreurs à la faire eux-mêmes par le procédé n° 2 qui est le plus simple. On l'applique à la brosse comme celui d'argent.

Préparation de la poudre d'or.

Procédé n° 1. On dissout l'or fin dans l'eau régale composée avec acide chlorhydrique 3, acide azotique 1 ; on évapore l'excès d'acide et on précipite par le sulfate de protoxide de fer, on lave plusieurs fois le précipité à l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau, ensuite on lave à l'eau jusqu'à ce qu'elle ne rougisse plus le papier de tournesol ; on chauffe cette poudre au rouge très-obscur pour lui faire prendre sa couleur d'or.

N° 2. On dissout l'or comme au précédent, on évapore à siccité dans une capsule de porcelaine un peu grande et en tournant de manière à ce que le chlorure d'or soit répandu en couche mince sur tout l'intérieur de la capsule, on continue à chauffer jusqu'à ce que tout le chlore soit dégagé et que l'or ait repris l'éclat métallique ; on ne doit pas s'arrêter à la couleur jaune serin qui

succède à la couleur noire, mais bien pousser jusqu'au jaune métallique.

N° 3. Après avoir précipité par le sulfate de fer on lave, on introduit la poudre brune dans un tube de verre, qu'on chauffe à l'endroit où est déposée cette poudre et on fait pendant ce temps passer dans le tube un courant d'hydrogène. Cette poudre est plus spongieuse et s'applique plus facilement que les précédentes.

N° 4. On peut aussi préparer une bonne poudre d'or pour grainer en broyant du livret d'or avec du miel que l'on dissout ensuite dans l'eau chaude, mais cette poudre est longue à préparer et revient à un prix plus élevé que les poudres chimiques. Ordinairement on ajoute à la poudre d'or 1/20 de poudre d'argent. Voici les proportions de sels que l'on doit préférer :

Poudre d'or. . .	2	parties.
Sel de cuisine. .	40	—
Alun.	2	—
Crème de tartre.	8	—

Les sels, avant le mélange, doivent être passés à un fin tamis de soie, et après le mélange, il faut éviter de les broyer entre deux corps durs afin de ne pas mettre l'or en paillettes.

Moyen pour retirer l'or des vieux bains.

En évaporant à siccité les vieux bains on a pour résidu des sels d'or et de potasse, en les fondant dans un creuset sans ajouter de fondants, l'or se rassemble en culot au fond du creuset, c'est le meilleur de tous les procédés; mais il est un peu long d'évaporer une si grande quantité de liquide et en voici un plus court. On décompose le cyanure de potassium par l'acide chlorhydrique ou sulfurique, et l'or se précipite au fond du vase; on laisse quelques jours des lames de fer bien décapées dans le liquide pour précipiter les dernières traces d'or qu'on enlève avec un grattoir et qu'on fond au borax.

De l'argenture galvanique.

Les auteurs qui ont donné des bains d'argent ne diffèrent guère que par la nature du sel d'argent à dissoudre dans le cyanure de potassium; on a indiqué le nitrate d'argent (le sous-nitrate est préférable), le carbonate fraîchement préparé, le chlorure, le cyanure, etc., mais de tous les sels, il est incontestable que le cyanure est celui qu'on doit préférer, parce qu'il donne une argenture très-adhérente, tandis que les autres donnent une argenture qui s'enlève en feuilles en brunissant, principalement sur les métaux ou alliages contenant du zinc, du plomb ou de l'étain.

Voici deux procédés très-simples pour préparer le cyanure d'argent :

On dissout du sous-nitrate d'argent dans l'eau, et on ajoute du cyanure de potassium jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, et on s'arrête là parce qu'un excès de cyanure redissoudrait le précipité. On filtre et on lave ce précipité de cyanure d'argent que l'on dissout ensuite dans trois fois son poids de cyanure de potassium et le bain est prêt à servir.

Voici un autre procédé dû à M. Brandely qui réussit également très-bien. On met dans un matras 90 grammes de prussiate jaune de potasse concassé, on ajoute 50 grammes d'acide sulfurique, on ferme le matras avec un bouchon portant un tube recourbé qui plonge dans un flacon à deux tubulures contenant la dissolution de nitrate d'argent, on chauffe doucement le matras, et le gaz, en se dégageant, vient barboter dans le nitrate d'argent et précipite ce dernier à l'état de cyanure (voir le *Manuel de galvanoplastie*, de M. de Valicourt, et le *Traité des manipulations* de M. Brandely pour plus de détails).

Les pièces, en sortant du bain, sont lavées et *gratte-boessées*, soit avec la saponnaire, soit avec l'eau de marron; il est à remarquer que le gratte-boesse doit être plus flexible, et par conséquent détaché plus long que pour le gratte-boessage en blanc. On ne doit pas recuire les gratte-boesses sur les charbons incandescents, comme le font beaucoup de doreurs, parce qu'on atteint rarement par ce moyen le degré voulu, et une fois manqués ils ne peuvent servir à rien; aussi j'ai indiqué un moyen infaillible, c'est de prendre deux poignées de longue paille que l'on replie : on met les gratte-boesses au milieu du paquet de paille auquel on met le feu; lorsqu'elle est réduite en cendre, on jette les gratte-boesses dans l'eau froide. Après avoir coupé ou scié le bout, on le lime pour enlever toutes bavures ou fils plus longs que les autres. Quelquefois il se trouve dans les gratte-boesses de Nuremberg (qui sont les meilleurs et les plus fins) quel-

ques fils tordus ensemble que l'on doit couper pour qu'ils ne rayent pas la dorure; de temps en temps on les peigne sur une râpe à sucre pour les démêler, et on coupe toujours les fils qui dépassent les autres.

TRAITÉ PRATIQUE

DE GALVANOPLASTIE SUR MOULES ÉLASTIQUES.

Je n'ai ni l'intention ni la prétention d'écrire un traité de galvanoplastie, parce qu'il faudrait deux volumes et que ces deux volumes existent dans le *Manuel de galvanoplastie* (1), où tous les principes sont établis et les opérations décrites assez clairement pour mettre les amateurs qui commencent en état de réussir; c'est donc seulement une lacune importante que je me propose de remplir en traitant de la galvanoplastie sur moules élastiques pour les objets hors de dépouille. Ainsi, je ne ferai que mentionner en passant ou simplement nommer quelques-uns des moules en matière plastique, rigide, employés généralement, en invitant à consulter l'ouvrage susnommé ou d'autres traités complets pour les détails de moulage d'objets n'ayant pas des parties rentrantes ou fouillées. Cette branche de la galvanoplastie a pris dans ces dernières années un si grand développement, qu'elle est devenue un art déjà indispensable et qui occupe un grand nombre d'ouvriers. Les moules élastiques qui peuvent être employés avantageusement sont de deux espèces : en gélatine préparée et en gutta percha. Le même ordre qu'on a suivi pour la dorure sera adopté pour la galvanoplastie, c'est-à-dire qu'on procédera à la description des opérations successives; ainsi la première chose à faire c'est le moule.

Préparation et moulage en gélatine.

Les moules en gélatine ne peuvent pas être employés directement pour la galvanoplastie, parce que la solution de sulfate de cuivre ou autres sels métalliques dissolverait la gélatine avant que le cuivre ait eu le temps de se précipiter et de couvrir le moule; mais ils sont indispensables pour le moulage sur nature morte où l'on ne pourrait pas exercer une pression un peu forte sans déformer le sujet. Voici la manière la plus simple d'opérer :

Supposons que l'on ait disposé dans le fond d'une caisse en fer blanc (fig. 10) un peu plus grande dans le haut que dans le fond, c'est-à-dire légèrement pyramidale, un groupe d'oiseaux morts, de poissons, de petits quadrupèdes et autres objets naturels que l'on a préalablement huilés légèrement tant pour lisser les plumes, poils, etc., que pour empêcher l'adhérence au moule; les objets les plus élevés doivent se trouver au moins à 3 centimètres au-dessous du bord supérieur de la caisse. Lorsque les sujets ont été disposés avec goût et le plus naturellement possible, on coule sur le tout la gélatine préparée jusqu'à ce que la caisse soit pleine, et recouvre bien tous les objets; on frappe légèrement la caisse pour que les secousses fassent pénétrer la gélatine dans les cavités et monter les bulles d'air, on met le tout, pendant vingt-quatre heures au moins, dans un endroit aussi froid que possible; lorsque la gélatine a acquis une consistance suffisante, on renverse la caisse sur une planche pour faire sortir le moule de la boîte, duquel on ôte ensuite avec précaution les objets qui ont laissé leur empreinte avec les plus petits détails dans la gélatine. Si quelques plumes ou autres parties restaient adhérentes au moule, il faudrait les enlever avec des brucelles; et lorsque le moule est net, on y passe de l'huile au moyen d'un pinceau très-doux, et ensuite on coule dans ce moule du plâtre gâché un peu fort. C'est sur ce relief en plâtre qu'on prend définitivement le creux en gutta-percha, et comme ce creux en gélatine conserve son élasticité, on peut toujours s'en servir à reprendre des reliefs en plâtre (2),

(1) *Manuel de galvanoplastie ou traité complet de cet art*, par MM. Smee, Jacobi, de Valicourt. 2 volumes avec figures, prix : 5 francs; chez Roret.

(2) Si l'on attend quelques semaines avant

mais il est rare, lorsque le moule est très-fouillé et qu'il présente de petits détails, qu'il ne faille pas retoucher l'épreuve en plâtre avant d'en prendre un creux en gutta-percha ; ce premier moulage est donc nécessaire pour toute substance susceptible de s'affaisser et de se déformer sous une pression. Pour empêcher l'adhérence entre le creux et le sujet, on peut, dans certains cas, lorsque les modèles ne sont pas spongieux comme les fruits et autres corps semblables, au lieu de prendre de l'huile, employer le fiel de bœuf que l'on a fait bouillir avec dn sel et de l'alun pour le clarifier et le rendre incorruptible ; c'est le liquide auquel les fabricants de feuilles de gélatine colorée accordent la préférence pour empêcher qu'elle ne colle aux feuilles de verre sur lesquelles on étend la gélatine liquide et chaude.

Préparation de la gélatine propre à faire des moules.

On dissout 500 grammes de gélatine, ou même, par économie, on peut prendre de la colle forte, dans 600 à 700 grammes d'eau et 250 grammes de sirop de mélasse ou autre sucre incristallisable ; on laisse tremper un jour la colle dans ces liquides, ensuite on chauffe en remuant jusqu'à ce que la gélatine soit complétement dissoute ; c'est alors qu'on ajoute par petites parties et en remuant continuellement de 15 à 25 grammes de tannin dissous dans 50 grammes d'eau. Le tannin donne et conserve l'élasticité à la gélatine ; mais si on augmente la quantité indiquée de tannin, un obtient une substance imitant la corne. La gélatine preparée comme je l'indique ci-dessus, est la substance qoe l'on emploie pour modeler ces têtes de caractères que l'on fait grimacer en les pressant de différentes manières, et que l'on vend sous le nom de caoutchouc ; seulement, comme la matière doit être aussi blanche que possible pour que la peinture soit belle, on emploie le sirop de sucre au lieu de mélasse et on prend la gélatine incolore au lieu de colle forte.

de reprendre un relief dans un creux en gélatine, ce relief est sensiblement plus petit que le premier, parce que la gelatine, en séchant, éprouve un retrait assez considerable, il est d'autant plus grand que la gelatine contenait plus d'eau, c'est même un assez bon moyen de reduire un sujet dans de justes proportions.

Moulage au gutta-percha.

Premier procédé.

Le gutta-percha du commerce en pain ne peut pas servir pour la galvanoplastie, parce qu'il contient des matières étrangères, principalement des fragments d'écorce, que l'un peut enlever en partie en ramollissant le gutta percha dans l'eau chaude ; mais on ne le débarrasse jamais complétement par ce moyen ; il est donc préférable de l'acheter tout purifié par des machines chez les fabricants d'objets en caoutchouc.

On peut l'employer dans cet état, si on a à sa disposition une forte presse à vis.

On commence alors par faire fondre en fer des boites évasées et à fonds mobiles de différentes formes et grandeurs, comme on le voit dans la fig. 11. Ces boîtes, qui peuvent être regardées comme des virolles ou châssis coniques, portent aux bords intérieur et inférieur une feuillure sur laquelle vient reposer la plaque en fer qui forme le fond mobile, c'est sur ce fond que l'on pose le modèle ordinairement en cuivre, qui est souvent déjà une épreuve galvanoplastique que l'on a rendue capable de résister à une forte pression sans se déformer en remplissant le dessous avec de l'étain fondu. Après avoir mouillé cette partie avec du chlorure de zinc aussi neutre que possible pour étamer le cuivre, et qu'on prépare soi-même en dissolvant des rognures de zinc dans l'acide chlorhydrique jusqu'à saturation (1). On comprend qu'après avoir rempli d'etain le derrière de l'épreuve, elle est aussi solide que si elle était fondue massive, et qu'elle peut servir à prendre un nombre indéfini de creux.

Après avoir passé sur le modèle un pinceau légèrement enduit d'huile de lin non siccative (2) et l'avoir déposé sur le fond mobile dans la boîte, on prend une quantité, proportionnée à la grandeur de la boîte, de gutta percha ramolli dans l'eau bouillante, on le comprime entre les mains poor en faire sortir l'eau, puis on le roule en boule et on en applique la partie la plus unie sur le modèle ; un presse avec les pouces pour le faire pénétrer dans les creux, en commençant par le milieu, et se rapprochant successivement

(1) Le chlorure de zinc sert à étamer le cuivre et souder l'etain à l'epreuve.

(2) On d'eau de savon un peu forte.

des bords, afin d'en chasser l'air qui, étant comprimé, laisserait son empreinte. Pendant que la matière est encore chaude et plastique, on met dessus un plomb épais qui dépasse de 2 ou 3 centimètres la boîte, mais qui entre juste dedans; alors on soumet à une forte pression, de manière à faire sertir par les bords l'excédant de gutta percha; on laisse dans cet état de deux à cinq minutes, suivant l'épaisseur et pendant que cette matière conserve encore un peu de souplesse; on retire le modèle et le fond de la boîte. Il est très-utile de marquer en dessous la partie du modèle qui a le plus de dépouille, afin de commencer à le sertir par cet endroit, autrement le creux pourrait fendre ou se déformer.

Pour des sujets de la grandeur d'un porte-monnaie, une presse à copier les lettres est assez forte; mais pour des sujets de la grandeur d'un livre in-12, il faut déjà de grandes presses. Aussitôt que le creux est fait, que le modèle est sorti, on coupe tout autour l'excédant de gutta percha et on le rend conducteur en introduisant avec des pinceaux un peu durs et de différentes grosseurs, de la plombagine dans toutes les parties où l'on veut que le métal se dépose; on prendra la plombagine anglaise préparée comme on le verra plus bas; cependant je préfère l'acheter toute préparée chez M. Brandely.

Cette méthode de faire les creux est très-bonne et réussit très bien pour de petits sujets, mais elle serait très-difficile et coûteuse pour des sujets qui ont près d'un mètre comme on en fait maintenant; aussi la pratique montre que le procédé suivant est préférable, en ce qu'il ne nécessite pas une presse, qu'il demande moins de gutta percha, qu'il est plus facile et plus simple, et qu'il n'expose pas à briser les modèles en plâtre, lesquels doivent toujours être plongés dans un bain d'huile, ou mieux de stéarine chauffée, avant d être soumis à la pression. La stéarine, en pénétrant dans le plâtre, augmente sa force et le rend susceptible de recevoir un beau poli en le frottant avec un chiffon ou une brosse à chapeau, poli qui est reproduit sur l'épreuve en cuivre.

Deuxième procédé.

On prend, comme pour le procédé précédent, du gutta-percha purifié que l'on fond dans une capsule ou dans une casserolle avec le trentième de son poids d'huile de lin siccative, sur un feu doux et en remuant continuellement jusqu'à ce que le mélange soit bien opéré; on le coule ensuite dans l'eau. Cette addition d'huile rend le gutta-percha pâteux à un degré de chaleur moins élevé que lorsqu'il est pur; mais si on augmentait la proportion d'huile et si on la portait à 1/15 ou même à 1/20, le gutta percha perdrait sa cohésion et sa ténacité, et on s'exposerait à ce qu'il reste des parties de gutta percha dans les parties fouillées du modèle quand on l'enlève du creux. Le grand avantage de cette addition d'huile de lin, c'est que la matière plastique pénètre très-facilement avec une légère pression dans toutes les parties du modèle. Il suffit pour cela de la laisser environ quinze minutes dans l'eau chauffée à 50° ou 60° centigrades, la rouler en pelotte dans les mains après l'avoir comprimé pour en chasser l'eau et l'air, de l'appliquer sur le modèle posé sur une feuille de fer ayant un bord relevé de 1 ou 2 centimètres qui empêche le gutta percha de s'étendre trop; puis, après avoir fait pénétrer la masse en pressant avec les doigts de manière à ce que les creux du modèle seulement soient remplis, les laisser quelques minutes dans un four ou étuve chauffée à 80° environ; alors le gutta-percha se liquéfie, les bulles d'air qui auraient pu être comprimées sur le modèle se dilatent et viennent crever à la surface. On retire la feuille de l'étuve et on ajoute du gutta-percha pâteux, de manière à ce que toutes les parties du modèle soient bien couvertes après avoir imprimé une légère pression avec la main; lorsque tout est refroidi, on retire le modèle. Il est bon de hâter le refroidissement en laissant la masse quelque temps dans l'eau froide après qu'elle est devenue solide.

Troisième procédé.

Celui-ci diffère du précédent en ce que au lieu de ramollir le gutta percha préparé à l'huile, dans l'eau chaude, on le chauffe dans une casserole, et lorsqu'il est devenu pâteux on le coule sur le modèle préalablement chauffé, sans introduire de nouveau à l'étuve et en mettant d'une seule fois la quantité nécessaire de gutta-percha. Cependant dans l'un et l'autre cas on peut encore en ajouter tant que la masse n'est pas solide, si des parties du modèle se découvrent; seulement si l'on attendait trop longtemps avant de faire cette nouvelle application, elle ne se collerait plus à la précédente. C'est après avoir

rogné et ôté toutes bavures que l'on procède à la métallisation du creux au moyen de la poudre d'argent très-fine ou de la plombagine suivant le cas. Toutefois après avoir appliqué la poudre conducteur d'électricité, il faut, au moyen d'un frottement un peu fort, pénétrer avec un pinceau propre dans toutes les cavités pour en chasser la poudre non adhérente qui aurait pu y rester. Une chose à noter, c'est que si on laisse quelques jours les creux métallisés (je dirai métallisés lors même qu'on aura fait usage de plombagine) avant de les mettre dans le bain de sulfate de cuivre, l'application du cuivre se fait moins bien; dans ce cas, si après quatre ou cinq heures le moule n'est pas complètement couvert de cuivre, il faut le sortir, l'essuyer en faisant pénétrer du papier buvard fin dans toutes les parties pour le sécher, puis le métalliser de nouveau et le remettre dans le bain après l'avoir couvert d'alcool.

Préparation du moule avant d'être mis dans le bain.

Il faut d'abord poser un ou plusieurs conducteurs suivant la grandeur du sujet à reproduire· ce conducteur consiste en un fil fin de cuivre rouge passé dans deux trous percés au moyen d'une grosse aiguille sur les bords du moule en dehors du sujet (V. fig. 11); il est ensuite tordu derrière, et même si l'on veut économiser du cuivre précipité on recouvre de gutta-percha la partie qui plonge dans le sulfate de cuivre; ce fil de cuivre doit être recuit et décapé avant d'être employé; la partie A depuis le fil de cuivre qui passe dans les trous jusqu'au sujet doit être plombaginée pour conduire l'électricité dans le moule; quant à l'entourage, où le cuivre ne doit pas se déposer, on enlève avec un couteau bien tranchant une feuille de gutta-percha pour ôter la plombagine, ou bien on passe une forte couche de vernis à l'alcool, partout où le cuivre ne doit pas se déposer, sur le métal.

Le gutta-percha étant plus léger que la dissolution de cuivre, il faudra poser derrière le moule une bande épaisse de plomb pour le maintenir au fond du vase; ce métal n'étant pas attaqué par le bain, ne l'altère pas et ces bandes peuvent toujours servir. On chauffe légèrement cette bande de plomb et on la pose en face du conducteur, sur l'endroit le plus épais du moule, sur le derrière bien entendu, où il adhère.

Le tout étant ainsi disposé, si on met le moule dans le bain en communication avec le pôle négatif d'une pile, soit le zinc, en face et à une petite distance d'une plaque de cuivre attachée au conducteur du pôle positif, le moule ne tardera pas à se couvrir de cuivre en s'étendant comme un réseau à partir du conducteur A. Après quelques jours le cuivre aura une épaisseur suffisante; mais il arrive souvent que des bulles d'air restent fixées dans les cavités du moule avec une ténacité telle, que ni en soufflant dessus ni en passant un pinceau on ne peut les faire disparaître, et alors elles se couvrent de cuivre et on a de mauvaises épreuves. Un moyen excellent de les empêcher, c'est de remplir le creux avec un pinceau mouillé d'alcool ou de le plonger dans l'alcool immédiatement avant de le mettre dans le bain de sulfate de cuivre; l'alcool a la propriété de mouiller le moule et d'abandonner la place qu'il occupe au bain de sulfate de cuivre qui est plus pesant; c'est donc un effet de déplacement qui a lieu.

Malgré ces précautions il peut arriver que le cuivre ne se dépose pas dans les parties très-profondes et très-étroites, principalement lorsque les moules sont suspendus verticalement, parce que la dissolution de sulfate de cuivre une fois épuisée ne peut être renouvelée par la dissolution saturée; c'est pourquoi il faut quelques fois par jour remuer le bain et secouer les moules. Il faut également faire arriver des fils fins de cuivre dans ces parties où l'action de l'électricité serait nulle sans cela à cause du plus grand éloignement où elles se trouvent de la plaque de cuivre et de l'obliquité des creux. Lorsque le sujet le permet comme, par exemple, dans un moule de buste ou de statue, on perce un trou au fond du moule, et à mesure que la dissolution qui est dans le moule s'épuise de cuivre, elle devient plus légère; la dissolution extérieure toujours saturée presse et entre par le trou du fond en chassant celle qui est épuisée. De cette manière le liquide se renouvelle continuellement. J'ai cru devoir donner tous ces petits détails pratiques sans lesquels on ne produit rien de bon; ce qui décourage souvent les amateurs peu persévérants. Ces détails, qu'on nomme vulgairement les *ficelles* du métier, sont bien connus des personnes qui pratiquent cet art; mais on comprend qu'ils ont tout intérêt à les cacher; aussi on ne les indique pas ordinairement dans les traités destinés à la publicité.

Du bain de sulfate de cuivre propre à la galvanoplastie.

Pour les copies de médailles, cachets et autres objets ayant peu de relief, on peut prendre simplement une solution saturée à froid de sulfate de cuivre; mais pour les moules d'un grand relief ce bain ne conduit pas assez bien l'électricité; le cuivre ne se déposerait pas dans les profondeurs du moule, tandis qu'on aurait bien vite une application épaisse sur les parties proéminantes. Afin d'éviter ce fâcheux résultat, on rend le bain meilleur conducteur en ajoutant de l'acide sulfurique; le bain auquel j'ai toujours donné la préférence est celui indiqué par le duc de Leuchtenberg dans le deuxième volume du *Manuel de Galvanoplastie*, page 33. Ainsi préparé, une dissolution de sulfate de cuivre concentrée à la température ordinaire doit accuser 24 degrés Baumé; on l'étend d'eau jusqu'à ce qu'elle marque 20° Baumé, et on y verse de l'acide sulfurique à 66° Baumé jusqu'à ce que l'intensité de la liqueur remonte à 22° Baumé.

Pendant tout le temps que le cuivre se réduit de sa dissolution au moyen de l'électricité, le bain doit être maintenu à l'état de saturation en suspendant des nouets de toile contenant du sulfate de cuivre concassé, ou de petits vases en bois percés de trous que l'on suspend dans le haut du bain au moyen de crochets sur le bord du vase (V. fig. 12); le bois est préférable à la toile, qui ne tarde pas à être trouée.

Des auges à précipiter.

Pour la reproduction de petits objets, des vases en verre sont préférables à tous autres, parce que l'on voit le travail s'opérer et que le verre est imperméable au sulfate de cuivre; il n'en est pas de même des vases en terre vernissée; mais pour de grands objets le verre est un luxe qu'on ne peut guère se permettre, tant à cause du prix que de la fragilité. Les vases en gutta percha doivent être très-bons, mais on ne peut pas partout s'en procurer; aussi je m'en tiens aux cuviers et aux tonneaux bien cerclés auxquels on enlève un fond; et pour éviter l'infiltration à travers le bois on les enduit d'une couche du mélange suivant :

Cire.	500	grammes.
Colophane.	2,500	—
Ocre rouge. . . .	500	—

Deux cuillerées à bouche de plâtre de Paris.

On peut également faire construire des auges d'autres formes.

Des appareils propres à précipiter le cuivre.

Toutes les piles en usage peuvent servir à précipiter le cuivre dans les moules et à obtenir des épreuves; mais dans les grands établissements galvanoplastiques on ne se sert guère, je crois, que de la pile Daniell sous toutes les formes, ou de l'appareil simple. Ce dernier est pour moi préférable aux piles ou batteries, en ce qu'il est plus économique et précipite plus vite qu'une batterie si le diaphragme est très-poreux; seulement il demande à être surveillé pour avoir un beau précipité, parce que le courant étant transmis directement du zinc sur le modèle qui ne font qu'un seul couple dont le moule est l'élément positif, ce dernier se trouvant en commençant très-petit relativement à la surface du zinc, jusqu'à ce que le creux ou moule soit complètement couvert de cuivre, on doit en commençant mettre de l'eau pure ou très-peu acidulée, et lorsque la surface est à peu près couverte de cuivre, alors on ajoute de l'eau contenant 1/20 d'acide sulfurique.

Lorsqu'on veut reproduire des médailles ou autres petits sujets l'appareil en tête sur la couverture du deuxième volume de la galvanoplastie remplit très-bien le but; mais pour de grands moules la forme ronde du diaphragme n'est pas avantageuse; et comme on se procure assez difficilement des vases poreux en porcelaine dégourdie de forme plate, voici la description du meilleur appareil que je connaisse, parce que les moules ayant une position verticale et étant indépendants, on peut les visiter, les changer de position à chaque instant.

On fait construire un cadre en bois (fig. 13) dont la planchette supérieure dépasse le cadre de manière à former deux oreilles qui reposent sur le bord du vase extérieur pour le maintenir dans cette position. De A en A' on a pratiqué une fente qui traverse la planchette et qui est assez large pour laisser entrer librement une plaque de zinc amalgamé; chaque extrémité de cette ouverture se termine par un trou qui sert à mettre le bec d'un entonnoir pour introduire l'eau acidulée comme on va le voir.

La partie B,C,D doit être arrondie extérieurement, bien unie, et d'une grandeur telle qu'une vessie de porc re-

couvre juste ce cadre. On a soin de ramollir préalablement cette vessie dans l'eau tiède, et après en avoir coupé le haut de manière à en former un sac, on la renverse, parce que l'intérieur de la vessie de porc est plus uni et que le cuivre s'y attache moins ; c'est dans cet état qu'on enfonce le cadre dedans et que l'on cloue la partie supérieure. En séchant, la vessie se tend et prend parfaitement la forme du cadre ; on a alors un excellent diaphragme. Les petites chevilles en bois F, F plantées dans l'intérieur du cadre sont destinées à maintenir le zinc dans le milieu du cadre, parce que s'il touchait la vessie, cette dernière ne tarderait pas de se couvrir de cuivre en cet endroit.

La fig. 14 représente le cadre recouvert de la vessie et contenant la lame de zinc amalgamé H, à laquelle est fixée la pince K au moyen d'une vis de pression ; cette pince porte un fil de cuivre CC servant à faire communiquer le zinc avec les moules, par le moyen de deux barres de cuivre HH reposant sur le bord du vase V de la fig. 15 qui représente l'appareil complet et dont voici l'explication. V, auge en verre ou en bois (auquel on peut donner toute autre forme) contenant la solution de sulfate de cuivre ; B, cadre recouvert de la vessie et formant un vase poreux dans lequel on met le zinc Z et l'eau acidulée ; E, boîte percée de trous, contenant du sulfate de cuivre en petits cristaux immergés dans le haut du bain afin de le maintenir saturé ; H, H, barres de cuivre en communication avec le zinc, sur lesquelles sont accrochés les moules B, B.

Je ne crois pas devoir m'étendre davantage sur les appareils producteurs d'électricité ; j'ai donné les détails de celui-ci parce que c'est le plus commode et qu'il donne de bons résultats. Pour la texture des différents dépôts de cuivre, on devra consulter un traité général de galvanoplastie.

Lorsque le dépôt de cuivre a acquis une épaisseur suffisante, on le retire du bain, on le lave, on le sèche, on le chauffe sur une lampe à alcool pour en séparer le gutta-percha lorsqu'il est suffisamment ramolli ; pour enlever les dernières parcelles qui recouvrent le sujet, on le chauffe pour les brûler. On pourrait également, lorsqu'on veut conserver au cuivre son élasticité, enlever la faible couche de gutta-percha qui recouvre le sujet en le laissant quelques heures dans l'essence de térébenthine et le brosser ensuite. Lorsqu'il est nettoyé, on enlève avec une scie ou une lime l'excédant de cuivre sur les bords, et c'est alors seulement lorsqu'il est réparé qu'on procède soit au bronzage, soit à la dorure ou à l'argenture (1).

Du bronzage.

Comme les sujets après le nettoyage ont un aspect peu agréable, dû à un peu de plombagine qui est resté attachée au cuivre, il faut enlever cette matière, et pour cela il suffit de dérocher les sujets dans l'eau tenant 1/10 d'acide sulfurique après les avoir chauffés, et de les passer à la brosse rude. On peut les bronzer simplement avec une brosse et très-peu de plombagine ou par un des procédés en usage pour les médailles. Si on veut les dorer, il est nécessaire, après le dérochage, de les cuivrer en les remettant quelques minutes dans l'appareil fig. 15 ; ils en sortent d'une couleur rouge très-belle ; on les passe vivement à l'eau, et on les porte de suite dans le bain d'or chauffé à environ 30°, où ils ferment le circuit de la pile. L'opération pour l'argenture est la même, seulement on ne chauffe pas le bain. Les objets sortent d'un très-beau mat de l'un et l'autre bain. On comprend que le temps de l'immersion ne peut pas être indiqué, puisque l'on peut dans un même temps faire une dorure plus ou moins forte. Seulement, quand le courant électrique est trop intense, la dorure est moins belle ; on peut faire valoir le mat en brunissant quelques parties avec un brunissoir de sanguine et de l'eau de savon.

De la fabrication des cadrans de montres.

Quelques essais dans cette direction ont été faits dans ces derniers temps, et quoique la réussite (ce qui tient plutôt à l'inexpérience des ouvriers qu'au manque du procédé) n'ait pas été complète, je ne doute nullement que cet art n'arrive sous peu à l'état d'industrie quand il sera entre les mains d'ouvriers persévérants et intelligents. Afin de mettre sur la voie ceux qui n'ont aucune idée de la chose, je crois devoir entrer ici dans quelques détails.

(1) On m'a remis ces jours derniers un échantillon de gutta-percha qui, à la température atmosphérique, est poisseux, collant, flexible, un peu élastique, ressemblant par ces dernières propriétés au caoutchouc ; son odeur est très-forte, ayant une grande analogie avec celle du cuir neuf, mais plus désagréable et prenant moins bien les empreintes que l'autre. Cette variété, que je ne connaissais pas, est d'un mauvais usage pour la galvanoplastie.

On commence par faire un cadran semblable à ceux que l'on veut reproduire; ce cadran doit être en or ou en argent, parce que ces métaux sont ceux sur lesquels on obtient le plus beau guillocbé sans nuances et qui se coupent le mieux au burin du graveur. Lorsque les heures sont gravées en creux ou rapportées en relief, on peut avec le même cadran en faire une douzaine, et de plus les varier en changeant les centres au moyen de petits sujets ou ornements en argent que l'on soude à l'étain seulement pour en prendre l'empreinte. Ici où il n'y a que peu de relief et de la dépouille, le gutta-percha ne présente aucun avantage sur les autres matières susceptibles de recevoir une empreinte. On devra préférer un métal, soit l'alliage fusible, soit le plomb par la pression, soit enfin en mettant directement le cadran d'or dans l'appareil galvanique après l'avoir recouvert en dessous avec un vernis; de cette manière on obtient un creux métallique d'une parfaite exactitude; seulement j'observerai qu'en le prenant en cuivre il ne tarde pas à s'oxider et que le poli se trouve alors altéré. Il vaut donc mieux au lieu de les dorer pour éviter l'oxidation, mettre d'abord son cadran modèle dans un bain d'or ou d'argent, et lorsqu'il y a une épaisseur suffisante continuer à l'épaissir dans le bain de cuivre; de cette manière on a un moule en or ou argent renforcé de cuivre qui est inaltérable. C'est dans ces creux que l'on fabrique des cadrans, en suivant les mêmes procédés, c'est-à-dire que si l'on veut faire un cadran de plaqué d'argent sur cuivre, on commencera par mettre le moule dans un bain d'argent jusqu'à ce que l'argent ait acquis l'épaisseur voulue, puis on le plongera ensuite dans le bain de cuivre; de cette manière on arrivera à reproduire des cadrans absolument semblables au modèle; pour éviter l'adhérence entre le moule et le cadran, on pourra consulter le *Manuel.*

Ce que j'ai dit des cadrans pourrait également s'appliquer aux fonds des boîtes de montres On peut se faire une idée de l'importance que pourrait acquérir cette industrie dans la fabrique d'horlogerie neuchâteloise où l'on fabrique en moyenne trois cent mille montres par année. Je ne comprends pas le peu d'empressement que les ouvriers artistes mettent à s'emparer des nouvelles industries et à les appliquer à l'horlogerie, qui se prête si bien aux différents genres de décoration.

Composition de modèles avec divers sujets.

Au commencement de cet article j'ai dit que l'on pouvait composer des groupes d'animaux naturels ou de fruits, comme on peut également dans certains cas se contenter de couvrir les fruits d'une couche de cuivre après les avoir métallisés par le procédé Brandely (V. *Traité des manipulations*, etc.) (1). Ce procédé, qui est le plus facile, le plus expéditif, n'est pas le plus exact, parce qu'il altère les détails si on applique une épaisseur de cuivre un peu forte, et que la surface devient en même temps raboteuse, inconvénient inévitable et qui est nuisible à l'emploi de ce procédé.

Les personnes qui s'occupent de galvanoplastie comme récréation, et qui ont quelques notions de dessin et de perspective, pourront varier beaucoup leurs ouvrages en composant elles-mêmes des tableaux de la manière suivante : on prendra un fond de tableau de la grandeur voulue sur lequel les objets seront petits et peu accusés, c'est-à-dire avec peu de relief; on pourra même composer ce fond en soudant à l'étain sur une planche de cuivre plusieurs fonds de petites plaques de même genre, et en rapportant sur les points de jonction des arbres ou de petits motifs également avec un faible relief. On s'arrange de manière à porter en avant le bas du tableau pour avoir un premier et un second plan et le fond qui forme le troisième; c'est sur cet assemblage que l'on dispose son sujet. Supposons que l'on veuille reproduire une fête de village, on fera *comme au théâtre :* les objets et les personnages du fond ne seront que dessinés, et à mesure qu'ils approchent du premier plan ils deviennent plus grands, plus détaillés et avec plus de relief, de manière à ce que les premières personnes soient en ronde bosse. Pour atteindre ce but, il suffit d'une douzaine de sujets différents. On prendra dans l'un un groupe de buveurs; dans un autre deux ou trois danseurs, etc., en découpant dans des épreuves galvaniques les sujets convenables au moyen d'une petite scie très-étroite, afin de pouvoir contourner facilement. Lorsqu'ils sont découpés on les étame en dessous en passant avec un pinceau du chlorure de zinc neutre, et en fondant ensuite du plomb, afin de rendre le tout

(1) *Traité des manipulations électro-chimiques appliquées aux arts et à l'industrie*, par M. Brandely, in-8°.

assez solide pour résister à la pression ; on termine par monter son tableau en faisant tenir chaque groupe à la place qu'il doit occuper au moyen de petits rivets en cuivre; l'on soude proprement à l'étain; on produit de cette manière des modèles d'un très-bel effet; seulement je ferai observer que tout ce qui est ronde bosse ne doit pas être soudé, parce qu'ils ne sortiraient pas du moule en gutta-percha, et lors même qu'on parviendrait à les faire sortir il y aurait de grandes difficultés pour y faire déposer du cuivre; il est préférable de les faire séparément et de les souder sur chaque épreuve ensuite, ce qui est assez facile, ou même de ne pas chercher trop la difficulté en voulant produire des rondes bosses, quoique maintenant on fasse de toute pièce des statues par la galvanoplastie dans plusieurs fabriques ; c'est même la spécialité de M. Oudry, à Paris. Cependant pour arriver là il y a de grandes difficultés à vaincre, et il faut une connaissance parfaite de cet art.

Galvanoplastie de l'argent.

Ce n'est qu'après avoir acquis assez de connaissances dans la galvanoplastie du cuivre que l'on pourra commencer celle de l'argent, parce que ce dernier métal étant d'un prix plus élevé les pertes en essais infructueux seraient plus considérables.

La dissolution d'argent la plus convenable à la galvanoplastie est celle indiquée précédemment pour l'argenture ; seulement il est convenable d'y ajouter un excès de cyanure de potassium. On peut composer la dissolution en faisant dissoudre une partie de cyanure d'argent dans dix parties de cyanure de potassium et cent parties d'eau distillée ; si l'on emploie l'appareil fig. 15, on doit autant que possible remplacer la vessie par un vase en porcelaine dégourdie, et il faut toujours, au lieu d'eau et d'acide sulfurique pour exciter le zinc, prendre une forte solution de cyanure de potassium et employer le zinc non amalgamé. Il est également convenable de suspendre un nouet contenant du cyanure d'argent dans le haut du bain pour remplacer l'argent réduit et précipité. On peut également se servir d'une pile de Daniell à six couples et mettre l'anode en argent fin. Les moules en gutta percha doivent être dans ce cas métallisés avec la poudre d'argent au lieu de plombagine ; du reste, l'opération est la même que pour la galvanoplastie du cuivre.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. Épingle à tête conique pour piquer les pièces.
Fig. 2. Brosse à grainer les roues.
Fig. 3. Brosse à grainer les mouvements.
Fig. 4. Gratte-boesse.
Fig. 5. Disposition des conducteurs pour électroliser le bain neuf.
Fig. 6. Feuille de zinc pour dorer à la plaque.
Fig. 7. Disposition du système pour dorer à la plaque.
Fig. 8. Outil à épargner les roues.
Fig. 9. Manière de piquer les roues sur la plaque de liége.
Fig. 10. Caisse à mouler en gélatine.
Fig. 11. Boîte à fond mobile pour le moulage en gutta-percha.
Fig. 12. Petit vase en bois pour contenir le sulfate de cuivre.
Fig. 13. Appareil à tenir les moules en gutta-percha.
Fig. 14. L'appareil précédent recouvert de la vessie.
Fig. 15. Appareil complet pour précipiter le cuivre.

FIN.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Ce, rue Racine, 26.

Fig. 1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.



YC 18184
TS670
M37
3227

